

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-255850

[ST.10/C]:

[JP 2002-255850]

出 願 人

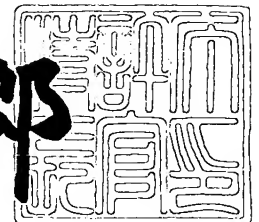
Applicant(s):

ソニー株式会社

2003年 5月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3039660

【書類名】 特許願

【整理番号】 0190184402

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B25J 13/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 石井 眞二

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100110434

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 佐藤 勝

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 076186

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0011610

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ロボット装置及びその制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自己の動作を統括的に制御する主制御部と、

前記主制御部に対して階層的に接続された副制御部と、

前記副制御部の支配下にある各関節部を駆動する複数の駆動部と

を備え、

前記主制御部は、自己の動作に関する主たる制御指令を送信することにより前記駆動部を制御する第 1 の制御系統を構成し、

前記副制御部は、前記主制御部に対して下位に接続されるとともに、前記副制御部の支配下にある一群の関節部の状態に基づいた所要の制御指令を前記駆動部に送信することにより、前記一群の関節部を駆動する駆動部を制御する第 2 の制御系統を構成すること

を特徴とするロボット装置。

【請求項 2】 前記副制御部は、前記一群の関節部の状態を検出する検出部から得られる情報に基づいて前記所要の制御指令を算出すること

を特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 3】 前記副制御部は、前記情報に対して比較対象となる情報と、前記検出部から得られる情報とを比較することにより、前記所要の制御指令を独自に算出すること

を特徴とする請求項 2 記載のロボット装置。

【請求項 4】 前記比較対照となる情報は、予め前記副制御部に記憶されていること

を特徴とする請求項 3 記載のロボット装置。

【請求項 5】 前記副制御部は、前記主たる制御指令に基づいて前記駆動部を制御したときに得られると推定される前記関節部の状態と、前記関節部の実際の状態との差に応じた調整成分を、前記所要の制御指令に重畳して前記駆動部を制御すること

を特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 6】 前記副制御部は、前記駆動部に対して前記主たる制御指令及び前記所要の制御指令を送信するためのデータ送信装置を備え、

前記データ送信装置は、前記駆動部に接続されたデータ処理装置に対して一系統の伝送路によりデিজィーチェーン接続されていること

を特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 7】 自己の動作を統括的に制御する主制御部が、前記主制御部に対して下位に接続された副制御部を介して、自己の動作に関する主たる制御指令を、各関節部を駆動する駆動部に送信することにより前記駆動部を制御し、

前記副制御部は、前記副制御部の支配下にある一群の関節部の状態に応じた所要の制御指令を前記駆動部に送信することにより、前記一群の関節部を駆動する駆動部を制御すること

を特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項 8】 前記副制御部は、前記一群の関節部の状態を検出する検出部から得られる情報に基づいて前記所要の制御指令を算出すること

を特徴とする請求項 7 記載のロボット装置の制御方法。

【請求項 9】 前記副制御部は、前記情報に対して比較対象となる情報と、前記検出部から得られる情報とを比較することにより、前記所要の制御指令を独自に算出すること

を特徴とする請求項 8 記載のロボット装置の制御方法。

【請求項 10】 前記副制御部は、前記主たる制御指令に基づいて前記駆動部を制御したときに得られると推定される前記関節部の状態と、前記関節部の実際の状態との差に応じた調整成分を、前記所要の制御指令に重畳して前記駆動部を制御すること

を特徴とする請求項 7 記載のロボット装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ロボット装置及びその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

人間の動作に似せた運動を行う機械装置は、「ロボット」と称されている。ロボットは、従来から、工場における生産作業の自動化・省力化を目的として、例えば各種マニピュレータや搬送ロボットといった産業用ロボットとしての形態で広く利用されている。また、近年では、従来からの利用形態である産業用途のロボットだけでなく、一般家庭内での利用を想定したコミュニケーション能力が高いロボット、すなわち、いわゆる人間型ロボットやペット型ロボットの普及が注目されている。

【0003】

ロボットは、所望とする運動を行うために複数の関節部を有しており、それぞれの関節部毎に、この関節部を駆動するための駆動系が備えられている。この駆動系は、一般に、関節部を駆動するアクチュエータと、アクチュエータの変位を測定するエンコーダと、エンコーダによって測定された変位をフィードバックしながら主制御部から要求された指示に応じてアクチュエータの駆動を制御する制御回路によって構成されている。そして、主制御部によって、複数の関節部の駆動系を統括的に制御することにより、ロボットが全体として所望とする運動・動作を行うように制御される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、ロボットは、任意の作業空間において自由度が高い運動を実現することが望まれており、作業中に外部環境から受ける負荷が常に変動する場合が多い。特に、人間型ロボットやペット型ロボットにおいては、予測して回避することが難しい衝撃の如き外力により、外部環境と直接接する部位である腕部、脚部に損傷を受ける場合がある。また、これら部位に損傷を受けない場合でも、突発的に加わる外力により該ロボット自身の姿勢制御が不安定なものとなる場合もある。

【0005】

さらに、人間型ロボットやペット型ロボットは、より自然な動作を実現するために、各関節部にロール・ピッチ・ヨーなどの2以上の自由度を持たせる場合が

あり、関節部が小型で複雑な構造とされる。従って、予測が難しい外力による損傷の低減、及び該ロボット自身の姿勢制御の安定性の確保を可能なものとするためには、複雑な構造を構成する各関節部を外力に応じて連動させながら迅速に駆動する技術が望まれている。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、外部環境の変化に応じて各関節部を連動させながら迅速に駆動させるためには、該ロボット全体の動作を統括制御する主制御部により、外部環境に応じた制御指令を迅速に算出し、各関節部の駆動系に対してそれぞれ算出された制御指令を同時的に且つ高速に伝達することが重要となる。このため、図 1 1 に示すように、ロボット 1 1 0 全体の動作を統括制御する主制御部である中央制御装置 1 1 1 と、複数の関節部毎に設けられたアクチュエータ 1 1 2 とによってロボットが構成される場合、各関節部に加わる外力に関する情報を中央制御装置 1 1 1 に伝達し、これに応じた制御指令を中央制御装置で算出し、さらに算出された制御指令を各アクチュエータ 1 1 2 に伝達するプロセスを介して各関節部を駆動させることになる。従って、中央制御装置 1 1 1 とアクチュエータ 1 1 2 との間が信号伝送ケーブル 1 1 3 により個別に接続されている場合、制御指令を算出するための処理回路の規模の増大を招くだけでなく、制御指令を算出するに際しての算出時間の遅延化及び制御指令の通信時間の増大にも繋がる。

【 0 0 0 7 】

ここで、図 1 1 に示した従来のロボット装置における制御構造の一例を図 1 2 に示す。図 1 2 に示すように、中央制御装置 1 2 0 は、複数のアクチュエータ 1 2 1 に個別に接続された信号伝送ケーブルにより確立された伝送路 1 2 2, 1 2 3 を介して、アクチュエータ 1 2 1 に配設されたモータの回転位置指令やモータ制御ゲインなどの制御指令を伝達し、外力が加わったときのアクチュエータの駆動状態を示す情報であって、例えばモータの回転軸位置の如き情報 1 1 3 及びそれに応じて中央制御装置 1 2 0 で新たに算出される制御指令が中央制御装置 1 2 0 とアクチュエータ 1 2 1 との間で送受信される。

【 0 0 0 8 】

例えば、脚部に配設されたアクチュエータが駆動する関節部に不測の衝撃が加

わった場合、該衝撃による関節部への損傷を低減するため、若しくは該衝撃により該ロボット自身の姿勢制御の安定性を確保するために、該関節部及びこの関節部に隣接する関節部が連動して駆動され、該衝撃がロボットの本体に加わらないように、衝撃を減衰させることになる。このとき、該関節部及びこの関節部に隣接して接続される関節部に対する制御指令が、中央運動制御器から信号伝送ケーブルを介して各関節部に伝達されるが、衝撃を緩和するためには、衝撃が加わってから迅速に各関節部を駆動させることが重要となる。

【 0 0 0 9 】

また、図 1 3 は、ロボット装置における従来の制御フローを示す図であり、図 1 2 に示す構造を有するロボットは、この制御フローにより制御される。先ず、ロボットの運転開始後、中央制御装置によりロボットの動作に関する制御指令が算出し、各アクチュエータに送信する（S 1 3 1）。各アクチュエータは制御指令を受信し（S 1 3 2）、制御指令に基づいて各関節部が駆動され、各関節部の位置を示すアクチュエータの変位がセンサにより測定される（S 1 3 3）。センサにより測定されたアクチュエータの変位は、主制御部である中央制御装置にフィードバックされ（S 1 3 4）、アクチュエータの変位に応じた新たな制御指令が中央制御装置により算出され、各アクチュエータに伝達される一連の駆動制御が行われる。

【 0 0 1 0 】

しかしながら、中央制御装置がロボットの動作に関する制御指令の全てを算出する場合、中央制御装置に係る負荷が大きくなる。特に、小型化された処理回路により主制御部を構成することが望まれる一方で、演算処理することができるパラメータ数を増やし、各関節部の各種状態変化について高速に制御指令を算出することも難しい。

【 0 0 1 1 】

さらに、図 1 1 に示した構造を備えるとともに、図 1 2 に示す制御フローにより動作制御されるロボットにおいては、主制御部である中央制御装置から各関節部を駆動するアクチュエータに制御指令を伝達するに際しては、制御指令を伝達するための信号伝送ケーブルの引き回しが難しくなるとともに、不測の衝撃など

の外力を減衰するための制御指令を中央制御装置のみで迅速に算出し、さらに新たに算出された制御指令を各アクチュエータに高速に伝達することは困難となる。

【 0 0 1 2 】

すなわち、駆動部との間で各種情報を授受するに際しての通信時間を短縮することが困難であり、外力が加わった後、迅速に各関節部を連動させながら該外力を軽減し、ロボット自身の姿勢制御の安定性の確保、及び該外力によるロボットの損傷を回避することが困難なものとなる。

【 0 0 1 3 】

よって、主制御部である中央制御装置に過剰な負荷をかけることなく、且つ外力などの外部環境の変化に応じて各関節部が連動するように各アクチュエータを迅速に駆動させるために、各種情報の送受信を高速に行うことができる技術が求められている。

【 0 0 1 4 】

そこで、本発明は、上述した従来の実情に鑑みてなされたものであり、ロボット装置の動作を制御する主制御部を構成する処理回路の増大を招くことがなく、外部環境の変化に応じた制御指令を迅速に算出し、該制御指令を各関節部に高速に伝達することができるロボット装置及びその制御方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るロボット装置は、自己の動作を統括的に制御する主制御部と、前記主制御部に対して階層的に接続された副制御部と、前記副制御部の支配下にある各関節部を駆動する複数の駆動部とを備え、前記主制御部は、自己の動作に関する主たる制御指令を送信することにより前記駆動部を制御する第1の制御系統を構成し、前記副制御部は、前記主制御部に対して下位に接続されるとともに、前記副制御部の支配下にある一群の関節部の状態に基づく所要の制御指令を前記駆動部に送信することにより、前記一群の関節部を駆動する駆動部を制御する第2の制御系統を構成することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

このような本発明に係るロボット装置においては、副制御部は、一群の関節部の状態を検出する検出部から得られる情報に基づいて所要の制御指令を算出し、各関節部が迅速に駆動されるように各駆動部を制御する。

【 0 0 1 7 】

さらに、このような本発明にかかるロボット装置においては、副制御部は、検出部により検出された情報に対して比較対象となる情報と、検出部から得られる情報とを比較することにより、所要の制御指令を独自に算出し、一群の関節部が連動するように各駆動部を制御する。

【 0 0 1 8 】

また、このような本発明に係るロボット装置においては、副制御部は、主たる制御指令に基づいて駆動部を制御したときに得られると推定される関節部の状態と、関節部の実際の状態との差に応じた調整成分を、所要の制御指令に重畳して駆動部を制御する。

【 0 0 1 9 】

また、このような本発明に係るロボット装置においては、副制御部は、駆動部に対して主たる制御指令及び前記所要の制御指令を送信するためのデータ送信装置を備え、データ送信装置は、駆動部に接続されたデータ処理装置に対して一系統の伝送路によりデージーチェーン接続されている。

【 0 0 2 0 】

本発明に係るロボット装置の制御方法は、自己の動作を統括的に制御する主制御部が、前記主制御部に対して下位に接続された副制御部を介して、自己の動作に関する主たる制御指令を、各関節部を駆動する駆動部に送信することにより前記駆動部を制御し、前記副制御部は、前記副制御部の支配下にある一群の関節部の状態に応じた所要の制御指令を前記駆動部に送信することにより、前記一群の関節部を駆動する駆動部を制御する。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。以

下では、本発明の具体的な実施の形態について説明するに先立ち、本発明に係るロボット装置の基本的な制御構造について説明する。

【 0 0 2 2 】

先ず、図 1 に本発明に係るロボット装置における基本的な制御構造を示す。本発明におけるロボット装置における制御構造は、ロボット装置全体の動作を制御する主制御部として機能する中央制御装置 1 0 と、主制御部に対して階層的に接続される副制御部として機能するルータ 1 1 と、ロボット装置の各関節部を駆動する駆動部としてのアクチュエータ 1 2 から構成される。

【 0 0 2 3 】

中央制御装置 1 0 は、ロボット装置に対する主たる制御指令を算出する。主たる制御指令は、例えば、該ロボット装置の歩行や姿勢制御の如き該ロボットが任意の目的を達成するために行う動作に関する制御指令であって、外部環境に応じて適切な対処を行うに際して、後述するルータ 1 1 で算出される制御指令に比べて迅速な動作制御が必要とされない制御指令である。また、中央制御装置 1 0 で算出された制御指令は、例えばロボット装置が人間型ロボットである場合、脚部、腕部又は首部の如きロボットを構成する各部位毎の動作に関する制御指令であって、例えば、動作におけるユニットとされる各部位に対するユニット姿勢制御指令やユニット制御ゲインとしてそれぞれ送信される。

【 0 0 2 4 】

また、ルータ 1 1 は、主制御部である中央制御装置 1 0 に対して下位に接続される。ルータ 1 1 は、脚部、腕部或いは首部などの各部位毎に配設され、中央制御装置 1 0 から伝達される制御指令 1 3 a を受信し、各部位を動作させる駆動部として機能するアクチュエータに制御指令 1 3 b を送信する。制御指令 1 3 b は、例えば、アクチュエータが備えるモータや制御回路に対するモータ軸回転位置指令やモータ制御ゲインとされる。

【 0 0 2 5 】

さらに、ルータ 1 1 は、中央制御装置 1 0 で算出される主たる制御指令 1 3 a を受信し、さらに各アクチュエータ 1 2 に対する具体的な制御指令 1 3 b を送信するだけでなく、ルータ 1 1 の下位に接続されたアクチュエータ 1 2 におけるモ

ータの駆動状況に応じて、アクチュエータ 1 2 を駆動させるための所要の制御指令を算出し、アクチュエータ 1 2 に送信する。ここで、所要の制御指令とは、アクチュエータ 1 2 が備えるモータの駆動状況又は、アクチュエータ 1 2 により駆動される複数の関節部の変位に関する情報を考慮することにより算出された制御指令である。

【 0 0 2 6 】

アクチュエータ 1 2 は、ルータ 1 1 の下位に接続されるとともに、ルータ 1 1 を介して中央制御装置 1 0 から送信される制御指令 1 3 b に基づいて、各部位を構成する関節部を駆動する。また、アクチュエータ 1 2 は、制御指令 1 3 b を受信し、関節部を駆動するモータの駆動を制御するアクチュエータ制御装置 1 5 及び該モータの駆動状態を検出するセンサ 1 6 を有する。

【 0 0 2 7 】

さらに、センサ 1 6 により検出され、アクチュエータ 1 2 の駆動状態を示す情報 1 4 b は、ルータ 1 1 に送信される。情報 1 4 b は、例えば、アクチュエータ 1 2 の各種状態を状態変数、アクチュエータ 1 2 が備えるモータの軸回転位置、関節部の変位量などを含む。

【 0 0 2 8 】

上記制御構造を有する本発明に係るロボット装置は、ロボットの動作を制御するための制御系統を 2 系統有している。第 1 の制御系統 1 7 は、上述の主たる制御指令 1 3 a が中央制御装置 1 0 からルータ 1 1 に受信され、該制御指令 1 3 a に基づいてルータ 1 1 から各アクチュエータ 1 2 に制御指令 1 3 b を送信し、アクチュエータ 1 2 を駆動するに際して検出された関節部の変位などの情報 1 4 b をルータ 1 1 に送信し、さらに情報 1 4 b に基づいてルータ 1 1 から中央制御装置 1 0 に情報 1 4 a を送信することにより、関節部の変位に応じて再度中央制御装置 1 0 で制御指令 1 3 a を算出する一連の制御系統である。

【 0 0 2 9 】

第 1 の制御系統 1 7 において伝達される制御指令は、上述の主たる制御指令 1 3 a, 1 3 b 及び主たる制御指令 1 3 a, 1 3 b に基づいてアクチュエータ 1 2 が駆動する関節部の変位などの状態を示す情報 1 4 a, 1 4 b や、ロボットの歩

行や姿勢制御を行うための制御指令 1 3 a, 1 3 b 及び関節部に関する変位などの情報 1 4 a, 1 4 b が考慮されて中央制御装置 1 0 で新たに算出される制御指令である。従って、後述する第 2 の制御系統 1 8 において送受信される制御指令に比べ、第 1 の制御系統 1 7 により送受信される制御指令は比較的高速な送受信が必要とされない。すなわち、ロボットの脚部、腕部又は首部などに加わる不測の衝撃の如き外力に対し、迅速に各関節部を駆動させることにより該外力を排除することが必要とされない動作に関する制御指令である。

【 0 0 3 0 】

一方、第 2 の制御系統 1 8 は、アクチュエータ 1 2 に配設されたセンサ 1 6 により検出されたアクチュエータ 1 2 の駆動状態に関する情報 1 4 b をルータ 1 1 にフィードバックし、ルータ 1 1 はこの情報 1 4 b に基づいてアクチュエータ 1 2 による駆動に関する制御指令を算出し、該制御指令を再度アクチュエータ 1 2 に送信する一連の制御系統である。

【 0 0 3 1 】

ここで、ルータ 1 1 は、フィードバックされたアクチュエータの駆動状態に関する情報 1 4 b に基づいた制御指令を独自に算出し、アクチュエータ 1 2 に送信する。このとき、アクチュエータ 1 2 の駆動状態に関する情報 1 4 b は、中央制御装置 1 0 に送信されることなく、ルータ 1 1 により算出された制御指令がアクチュエータ 1 2 に送信され、アクチュエータ 1 2 により関節部が所要の状態になるように駆動される。

【 0 0 3 2 】

第 2 の制御系統 1 8 においては、センサ 1 6 により検出されたアクチュエータ 1 2 の駆動状態に関する情報 1 4 b やこの情報 1 4 b に基づいてルータ 1 1 により算出される制御指令が、ルータ 1 1 とアクチュエータ 1 2 との間でのみ送受信される。従って、第 2 の制御系統においては、中央制御装置 1 0 により制御指令を算出することなく、ルータ 1 1 が情報 1 4 b に基づいて独自に制御指令を算出し、アクチュエータ 1 2 に送信することから、中央制御装置 1 0 を介して各種情報が送受信される第 1 の制御系統 1 7 に比べて、制御指令や情報 1 4 b を送受信するに際しての通信時間を低減することが可能となる。

【 0 0 3 3 】

さらに、図 2 を参照しながら、第 1 の制御系統における制御フローと、第 2 の制御系統における制御フローとを説明する。

【 0 0 3 4 】

図 2 (a) は、第 1 の制御系統における制御フローを示すフローチャートであり、同図 (b) は第 2 の制御系統における制御フローを示すフローチャートである。ここでは、一例として、ロボットの姿勢制御を行うに際して、ロボットを構成する部位に不測の衝撃が加わった場合における各種制御について説明する。また、ロボットの姿勢制御を不安定にさせる外部環境の変化は、上記不測の衝撃に限定されず、ロボットを歩行させるに際して、障害物により所定の動作が妨げられる場合にロボットに加わる外力であっても良い。

【 0 0 3 5 】

第 1 の制御系統 1 7 においては、ロボット 1 が起動された後、中央制御装置 1 0 は、任意の目的に基づいてロボット 1 の姿勢制御に関する制御指令 1 3 a を算出し、ルータ 1 1 に送信する (S 2 1) 。ルータ 1 1 は、制御指令 1 3 a に基づいて各アクチュエータに応じた具体的な制御指令 1 3 b をアクチュエータ 1 2 に送信する (S 2 2) 。該制御指令 1 3 b に基づいてアクチュエータ 1 2 が駆動されることにより、各関節部が駆動され、ロボットに対する姿勢制御が行われるとともに、アクチュエータ 1 2 を駆動するに際して、該アクチュエータ 1 2 の変位がアクチュエータ 1 2 の状態を示す状態変数としてセンサ 1 6 により検出される (S 2 3) 。アクチュエータの状態に関する情報 1 4 b は、ルータ 1 1 を介して中央制御装置 1 0 に送信され、ロボットの動作はフィードバック制御される (S 2 4) 。

【 0 0 3 6 】

一方、第 2 の制御系統 1 8 においては、アクチュエータ 1 2 や関節部に加わる外力に起因するアクチュエータの変位をセンサ 1 6 により検出し、ルータに 1 1 にフィードバックする (S 3 1) 。ルータ 1 1 は、フィードバックされた情報に基づいて独自に所要の制御指令を算出し、アクチュエータ 1 2 に送信する (S 3 2) 。ここで、所要の制御指令は、外力を減衰させるように各関節部が駆動させ

る制御指令を含む。アクチュエータ 1 2 は、ルータ 1 1 から送信された所要の制御指令に基づいてアクチュエータ 1 2 により関節部を駆動させ、衝撃を減衰させる (S 3 3)。

【 0 0 3 7 】

尚、ルータ 1 1 で算出された所要の制御指令により該衝撃が十分に減衰されない場合には、再度アクチュエータ 1 2 の状態に関する情報 1 4 b を検出し、この情報 1 4 b に基づいて算出された所要の制御指令に基づいてアクチュエータ 1 2 を駆動させることにより各関節部を駆動させ、該衝撃が減衰するまで第 2 の制御系統 1 8 を介したアクチュエータ 1 2 の制御を行う。

【 0 0 3 8 】

また、ルータ 1 1 は、第 1 の制御系統 1 7 においては、アクチュエータ 1 2 の駆動に関する制御指令を独自に算出しないが、第 2 の制御系統 1 8 においては、アクチュエータの変位の如き状態変数に基づいて、独自に制御指令を算出し、衝撃などの外力を減衰させるようにアクチュエータを迅速に駆動させることができる。

【 0 0 3 9 】

すなわち、中央制御装置 1 0 により制御指令を算出する第 1 の制御系統 1 7 においては、ルータ 1 1 は中央制御装置 1 0 とアクチュエータ 1 2 との間で制御指令を受け渡す役割を果たすが、第 2 の制御系統 1 8 においては、外力などの外部環境の変化によるアクチュエータ 1 2 や関節部の変位などの状態に基づいて、これらアクチュエータ 1 2 を駆動させる制御指令を算出し、迅速に複数の関節部を連動させることができる。例えば、第 1 の制御系統における制御周期が 8 m s e c である場合には、第 2 の制御系統における制御周期を 1 m s e c 程度にすることが可能となり、衝撃のように瞬時に対応が必要となる動作に対しても、迅速に関節部を駆動することにより衝撃を減衰させ、ロボットの破損の回避や姿勢制御の安定性の確保を図ることができる。さらに、ルータ 1 1 が制御指令を算出することにより、中央制御装置 1 0 に係る負荷を低減することが可能となり、ロボットに対する動作制御性を低下させることなく、中央制御装置に備えられる処理回路を小型化にすることもできる。

【 0 0 4 0 】

次に、上記 2 つの制御系統を有するロボット装置の構造について説明する。図 3 は、本発明に係るロボット装置の一例として、人間型ロボットの構成を模式的に示した構成図である。

【 0 0 4 1 】

図 3 に示すように、人間型ロボット 3 0 の体幹部 3 1 には人間型ロボット 3 0 の動作を統括的に制御する主制御部としての中央制御装置 3 2 が配設されている。また、人間型ロボット 3 0 を構成する腕部 3 3, 3 4 及び脚部 3 5, 3 6 に対しての副制御部としてのルータ 3 7, 3 8, 3 9 及び 4 0 が配設されている。

【 0 0 4 2 】

ルータ 3 7, 3 8, 3 9 及び 4 0 には、複数のアクチュエータがデジチェーン接続され、腕部 3 3, 3 4 及び脚部 3 5, 3 6 毎に一系統の伝送路を構成する。例えば、腕部 3 3 に対しては、4 つのアクチュエータ 3 3 a ~ 3 3 d がデジチェーン接続され、同様に、腕部 3 4 に対しても 4 つのアクチュエータ 3 4 a ~ 3 4 d がデジチェーン接続されている。本例では、腕部 3 3, 3 4 に対してそれぞれ 4 つのアクチュエータがデジチェーン接続されるとともに、脚部 3 5, 3 6 に対しては、それぞれ 6 つのアクチュエータがデジチェーン接続されているが、ルータにデジチェーン接続されるアクチュエータ数は、腕部及び脚部のそれぞれを構成する関節部の数に合わせて接続すれば良く、また、これら関節部の数と同数であることに限定されない。

【 0 0 4 3 】

図 3 においては、腕部 3 3, 3 4 及び脚部 3 5, 3 6 毎にルータ 3 7 ~ 4 0 がそれぞれ配設されているが、ルータは腕部及び脚部に対応して接続するに限定されず、人間型ロボット 3 0 を構成する任意の構成単位毎に配設しても良い。従って、肘関節部又は肩関節部、或いは股関節部及び膝関節部毎にルータを配設しても良く、所望の構成部位毎に配設することが可能である。

【 0 0 4 4 】

各ルータ 3 7 ~ 4 0 は、信号伝送ケーブルを介して中央制御装置 3 1 とそれぞれ個別に接続され、中央制御装置 3 1 から各ルータ 3 7 ~ 4 0 に対して最も下位

に接続されたアクチュエータ 3 3 d, 3 4 d, 3 5 f 及び 3 6 f に至る一系統の伝送路をそれぞれ構成する。従って、図 1 1 に示す従来のロボット装置に比べて、中央制御装置とアクチュエータとを接続する信号伝送ケーブルの数を低減することが可能となる。尚、腕部 3 3, 3 4 及び脚部 3 5, 3 6 に比べて関節部が少ない体幹部 4 1 及び首部 4 2 においては、アクチュエータ 4 1 a, 4 1 b, 4 2 a, 及び 4 2 b が中央制御装置 3 1 とルータを介することなく接続されているが、ルータを介して接続されていても良い。

【 0 0 4 5 】

人間型ロボット装置 3 0 においては、アクチュエータ 3 3 a, 3 3 b, . . . , 4 2 b 毎にそれぞれの状態を検出するセンサが配設されており、中央制御装置 3 1 と、各ルータ 3 7 ~ 4 0 と、ルータ毎にデジチェーン接続されたアクチュエータ 3 3 a, 3 3 b, . . . , 4 2 b により第 1 の制御系統が構成される。すなわち、中央制御装置に送信され、ロボット装置に関して任意の目的に応じた動作を行うための主たる制御指令が中央制御装置 3 1 により算出される。

【 0 0 4 6 】

さらに、ロボット装置 3 0 においては、ルータ 3 7 ~ 4 0 と該ルータにデジチェーン接続されたアクチュエータ 3 3 a, 3 3 b, . . . , 4 2 b とにより第 2 の制御系統を構成する。ロボット装置に関する動作を行うに際して、中央制御装置 3 1 により算出される制御指令に基づいて各関節部を駆動させるための第 1 の制御系統と、不測の衝撃や障害物を瞬時に回避するに際して各関節部を比較的迅速に駆動制御するための第 2 の制御系統とにより、通常時の動作制御と不測の状況における動作制御とを中央制御装置 3 1 に大きな負荷をかけることなく行うことができる。さらに、各装置を接続する信号伝送ケーブルを低減することができることにより、ロボット装置を小型化することもできる。

【 0 0 4 7 】

続いて、図 3 に示すロボット装置を構成する各装置の接続状態を図 4 に模式的に示す。

【 0 0 4 8 】

ロボット装置 3 0 は、中央制御装置 3 1 に対して、腕部 3 3, 3 4、脚部 3 5

、 3 6 及びその他の部位（体幹部 4 1、首部 4 2）毎に配設されたルータ 3 7 ～ 4 0 が接続され、各ルータに対してはアクチュエータがデ이지チェーン接続されてなる信号伝送経路により制御される。なお、腕部 3 3、 3 4 及び脚部 3 5、 3 6 は図中で左右を区別して示している。また、アクチュエータの接続数は任意であるが、各装置の接続状態について、右腕部を例に挙げて説明する。腕部 3 3 には、同図中においては 4 つのアクチュエータが各ルータ 3 7 に対して接続された状態を図示しており、各アクチュエータを第 1 乃至第 4 のアクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d と称することとする。また、ルータ 3 7 と中央制御装置 3 1 とは、汎用バス 4 3 を介して接続されている。ルータ 3 7 は、中央制御装置 3 1 によって生成されたロボット装置 3 0 の動作に関する主たる制御指令を汎用バス 4 3 を介して取得するとともに、主たる制御指令を伝送路 4 4 に送信した結果や各アクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d から取得した各アクチュエータの駆動状態に関する情報などを汎用バス 4 3 を介して中央制御装置 3 1 に対して受け渡す。

【 0 0 4 9 】

ここで、伝送ケーブル 4 4 の具体的な構成例について、図 5 を参照しながら説明する。伝送ケーブル 4 4 は、図 5 に示すように、ルータ 3 7 及び各アクチュエータ 3 3 a の動作電圧が供給される第 1 の電源線（Vcc）と、アースとして設けられた第 2 の電源線（GND）と、ルータ 3 7 から送信された制御指令の往路となる第 1 の信号線（RXD(TXD)）と、アクチュエータの駆動状態に関する情報をルータ 3 1 に戻すための復路となる第 2 の信号線（DATA）と、クロック信号が供給される第 3 の信号線（CLOCK）とを有している。すなわち、伝送ケーブル 4 4 は、2 本の電源線と 3 本の信号線とからなる計 5 本の線を有している。

【 0 0 5 0 】

上述のように構成された伝送ケーブル 4 4 は、ルータ 3 7 及び各アクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d 同士の間それぞれにそれぞれ配されており、それぞれルータ 3 7 及び各アクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d に備えられたコネクタに接続されている。これにより、ルータ 3 7 及び各アクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d が伝送ケーブル 4 4 によって互いに接続される。すなわち、ロボット装置 3 0 においては、伝送ケーブル 4 4 がルータ 3 7 及び各アクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d 間を接続する伝送路とし

ての機能を果たしている。

【 0 0 5 1 】

なお、図 4 に示すように、ルータ 3 7 から最も下位に接続された末端のアクチュエータ、すなわち第 4 のアクチュエータ 3 3 d においては、第 1 の信号線 (TXD) と第 2 の信号線 (DATA) とがショートされる。これにより、ルータ 3 7 から第 1 の信号線 (RXD(TXD)) を介して伝送されたデータは、末端に位置する第 4 のアクチュエータ 3 3 d で第 2 の信号線 (DATA) を介してルータ 3 7 に戻ることとなる。ただし、ルータ 3 7 が各アクチュエータ 3 3 a ~ 3 3 d からの戻りデータを受信する必要がある場合には、第 1 の信号線 (TXD) と第 2 の信号線 (DATA) とをショートする必要がなく、また、第 2 の信号線 (DATA) も不要である。

【 0 0 5 2 】

ここで、ルータ 3 7 及び各アクチュエータ 3 3 a ~ 3 3 d の具体的な構成例について、図 6 を参照しながら説明する。なお、図 6 においては、本例におけるロボットの関節部を駆動するためのモータと、このモータにより駆動される関節部の状態を検出するセンサとが各アクチュエータ 3 3 a ~ 3 3 d に備えられ、これらのモータを制御するデータやセンサによって得られたデータを伝送する場合について示している。また、同図においては、伝送ケーブル 4 4 に備えられる信号線のみについて図示しており、電源線については図示を省略している。

【 0 0 5 3 】

ルータ 3 7 は、同図に示すように、伝送ケーブル 4 4 を介してデータを送受信する S I O (Signal Input Output) 回路 5 0 と、この S I O 回路 5 0 の動作を制御する C P U 5 1 とを有している。また、ルータ 3 7 には、中央制御装置 3 1 との間で汎用バス 4 3 を介して制御指令又はアクチュエータの駆動状態に関する情報を授受する回路が備えられるが、これについては図示を省略する。

【 0 0 5 4 】

S I O 回路 5 0 は、中央制御装置 3 1 から取得した送信対象とするデータを所定のデータ長からなるパケットに格納し、これを伝送ケーブル 4 4 の第 1 の信号線 (TXD) を介して下位に接続されたアクチュエータ (第 1 のアクチュエータ 3 3 a) に送信するとともに、伝送ケーブル 4 4 の末端に接続されたアクチュエー

タ（第4のアクチュエータ33d）から第2の信号線（DATA）を介して戻されたデータを受信する。また、SIO回路50は、各アクチュエータ33a～33dでパケットを送信するタイミングを示すクロック信号を生成して、このクロック信号を第3の信号線（CLOCK）に供給する。

【0055】

一方、各アクチュエータ33a～33dは、伝送ケーブル44を介してデータを送受信するSIO回路52と、アクチュエータ内部で各部の動作を制御するCPU53と、ロボットの関節部を駆動するためのモータ55と、このモータ55の駆動を制御するモータドライバ54と、関節部の曲げ角度や加速度或いはモータ55の回転角度などに関する状態を検出するセンサ56と、センサ56のアナログ出力をデジタル変換するA/Dコンバータ57とを有している。

【0056】

SIO回路52は、伝送ケーブル44の第1の信号線（RXD）を介して、データが格納されたパケットを上位に接続された装置から受信するとともに、第3の信号線（CLOCK）により供給されるクロック信号に基づいた所定の送信タイミングで、このパケットを第1の信号線（TXD）を介して下位の装置に送信する。また、SIO回路52は、受信したパケットが自己に宛てたものである場合には、このパケットに含まれるデータをCPU53に受け渡す機能を有している。なお、SIO回路52は、受信したパケットが自己に宛てたものであるか否かに関わらず、受信したパケットの全てを下位の装置に対して送信する。

【0057】

CPU53は、SIO回路52、モータドライバ54、及びA/Dコンバータ57に接続されており、各部の動作を制御する。各アクチュエータ33a～33dにおいては、SIO回路52によって自己宛のデータが取得されると、このデータがCPU53に受け渡され、このデータによって要求された処理内容に応じた演算処理や各部の動作を制御する処理をCPU53によって行う。

【0058】

例えば、要求された処理内容がモータ55を所定の角度だけ回転駆動するというものであった場合には、CPU53がモータドライバ54に対して所定の制御

指令を発することにより、モータ 5 5 が回転駆動される。また、センサ 5 6 によって検出された情報は、A/Dコンバータ 5 7 によってデジタルデータに変換された後に、CPU 5 3 を介して SIO 回路 5 2 に転送され、この SIO 回路 5 2 によってパケット化されて所定のタイミングで下位の装置に伝達される。

【 0 0 5 9 】

なお、図 6 においては、各アクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d のそれぞれにセンサ 5 6 及び A/Dコンバータ 5 7 が配設された場合について例示しているが、これらを各アクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d の全てに配設する必要はなく、一部のアクチュエータにのみ配設されていてもよい。また、各アクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d は、モータ 5 5 及びモータドライバ 5 4 とセンサ 5 6 及び A/Dコンバータ 5 7 とのうち、いずれか一組だけを備えて構成されていてもよい。また、各アクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d と同様にして、モータ 5 5 及びモータドライバ 5 4 や、センサ 5 6 及び A/Dコンバータ 5 7 をルータ 3 7 にも配設し、このルータ 3 7 自身に、ロボットの関節部を駆動する機能を付加するとしてもよい。

【 0 0 6 0 】

また、中央制御装置やルータから送信される制御命令を含むパケットを、各アクチュエータ毎の制御指令からなるパケット群とし、パケット群（1 フレーム）に含まれるデータパケットを、ルータ 3 7 にデジチェーン接続されるアクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d の数と同じ数だけ用意すればよい。

【 0 0 6 1 】

従って、各アクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d に対して送信対象とするデータを、それぞれのアクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d においてほぼ同時刻に取得することができることから、例えばロボットの伝送系に適用した場合に、このロボットの動作を全体として滑らかに制御することが可能となる。さらに、ルータ 3 7 及び各アクチュエータ 3 3 a ～ 3 3 d の間には、いずれの箇所においても 1 本の伝送ケーブル 4 4 のみを配することで十分であることから、ロボットの関節部における配線の引き回しが容易である。

【 0 0 6 2 】

次に、図 7 を参照しながら、アクチュエータにおけるサーボ構成について詳細

に説明する。図 7 に示す本例のサーボ構成においては、関節部に加わる外力に応じて該関節部の変位やアクチュエータが有するモータの駆動状態をルータにフィードバックし、外力に応じて迅速に関節部を連動させることができる。

【 0 0 6 3 】

なお、図 7 においては、ロボットの関節部を駆動するアクチュエータとしてのモータと、このモータの回転変位を検出するセンサと、ロボットに設けられた複数の関節部を統括制御する中央制御装置から与えられた制御指令に応じてモータの駆動を制御する制御回路とによって制御系が構成されている場合を想定し、この制御回路で実現される制御内容の原理について説明する。

【 0 0 6 4 】

中央制御装置 7 0 は、アクチュエータ J_n を駆動するための制御指令 U_m をルータ 7 1 に送信する。制御指令 U_m は、例えばアクチュエータ J_n が備えるモータに対してのトルク指令 T_n 、速度指令 V_n 及び θ_n が含まれており、ルータ 7 1 を介してアクチュエータ J_n に送信される。

【 0 0 6 5 】

制御指令 U_m は、アクチュエータ J_n が駆動されることによって得られるモータのトルク、速度、関節部の変位に関する情報と制御回路において比較され、所要のトルク、速度、関節部の変位が得られるようにモータをフィードバックされた状態でアクチュエータ J_n により関節部を駆動する。また、外力 F_{dn} が関節部に加わった場合には、外力 F_{dn} に関する情報を制御回路にフィードバックしながら関節部を駆動することができる。

【 0 0 6 6 】

従って、外力 F_{dn} に対して、アクチュエータ J_n を制御し関節部を迅速に駆動させるに際しても、ルータ 7 1 とアクチュエータ J_n との間で制御指令及び F_{dn} によるモータのトルク、速度及び関節部の変位に関する情報を送受信しながら、駆動制御することもできる。尚、制御指令 U_m は、トルク指令 T_n 、速度指令 V_n を必ずしも含んでいる必要はなく、アクチュエータ J_n の駆動制御を行うための所要の指令が含まれていれば良い。

【 0 0 6 7 】

次に、本例のロボット装置における関節部の駆動状態について、従来のロボット装置における関節部の駆動状態と比較しながら説明する。

【0068】

図8(a)に示すように、従来のロボット装置では、例えばロボット装置の体幹部の如き本体J0に対して接続された関節部J1、J2から延びる支持部L2の先端部に外力Fdが加わった場合、これら関節部J1、J2を駆動するアクチュエータに対して外力Fdを緩和するための制御指令が迅速に伝達されず、外力Fdがそのまま本体J0に加わることになり、ロボット装置本体の姿勢制御を迅速に確保することが困難であった。例えば、同図(b)に示すように、外力Fdに起因し、関節部J1、J2のそれぞれに負荷トルクFθ1、Fθ2が負荷され、各関節部J1、J2を駆動するモータにそれぞれに対して、関節部J1、J2は、外力Fdが考慮されない制御指令に基づいて変位量θ1、θ2だけそれぞれ負荷トルクFθ1、Fθ2が伝達される。このとき、変位量θ1、θ2だけ関節部J1、J2を駆動させるためのモータ電流Iθ1、Iθ2が、関節部J1、J2を駆動するアクチュエータに供給され、反作用トルクTθ1、Tθ2により関節部J1、J2の位置が保持されることにより、姿勢制御が行われる。

【0069】

ここで、これら関節部J1、J2を制御するために、下記の式(1)、式(2)に基づく情報がフィードバック制御において参照される。ここで、Umは指令信号、Xnは関節部やモータの状態を示す状態変数、Dnは外力により生じる外力トルク、Ynはフィードバック制御における出力である(A、B、Cは定数)

【0070】

【数1】

$$X_n = AX_n + BU_m + D_n \quad \text{—— (1)}$$

$$Y_n = CX_n \quad \text{———— (2)}$$

【 0 0 7 1 】

しかしながら、従来のロボット装置においては、 $F_{\theta 1}$ 、 $F_{\theta 2}$ に関する情報に基づいて新たな制御指令が迅速にアクチュエータに伝達されないことにより、不測の衝撃の如き外力 F_d が加わった場合でも外力 F_d が本体 J_0 に伝達され、ロボット装置全体としての姿勢制御の安定性を確保することが難しい。

【 0 0 7 2 】

そこで、図 9 (a) 及び同図 (b) に示すように、外力 F_d を緩和するように関節部 J_1 、 J_2 の変位量 θ_{1f} 、 θ_{2f} により外力 F_d を緩和するようにこれら関節部 J_1 、 J_2 の駆動を制御する。

【 0 0 7 3 】

本例では、関節部 J_1 、 J_2 の変位量を制御するに際してコンプライアンス制御と呼ばれる制御が行われる。コンプライアンス制御は、関節部やモータの実際の変位量の如き状態と、予め送信された制御指令に基づいて関節部やモータを駆動した場合を推定したときの変位量の如き状態変数と、実際の変位量との差に応じた調整成分を、外力の如き外部環境の変化に応じてルータで算出される制御指令に重畳することにより駆動状態を調整し、外力 F_d が本体 J_0 に伝達されないようにこれら関節部を駆動するモータを制御することができる制御方法である。

【 0 0 7 4 】

関節部 J_1 、 J_2 を駆動するモータがコンプライアンス制御されると、関節部 J_1 、 J_2 は、図 8 (a) に示す変位量 θ_1 、 θ_2 から、図 9 (a) に示す変位量 θ_{1f} 、 θ_{2f} へと変位量が変化する。このとき、アクチュエータが有するセンサにより検出された外力 F_d に基づいて関節部 J_1 、 J_2 を駆動するモータに供給されるモータ電流 $I_{\theta 1}$ 、 $I_{\theta 2}$ がゼロになるように新たな制御指令 U_n がルータにより算出され、モータが制御される。そして、関節部 J_1 、 J_2 に負荷される負荷トルク $F_{\theta 1}$ 、 $F_{\theta 2}$ の大きさに応じて、関節部 J_1 、 J_2 の変位が変位量 θ_{1f} 、 θ_{2f} になるようにモータが制御される。このようにして外力 F_d による反作用が減衰され、ロボット装置の本体 J_0 に対する作用力 F_{dd} をゼロとすることができる。

【 0 0 7 5 】

また、上述のように関節部 J 1, J 2 がコンプライアンス制御されるに際しては、下記の各関節部の駆動状態を示す状態方程式である式 (3) ~ 式 (7) に基づいて制御指令 U_m と外力 F_d によるロボット装置本体への作用力が減衰し、ロボット装置の姿勢制御の安定性を確保することが可能となる。ここで、 D_n は外力による外力トルクを示し、具体的には、 $D_n = (F_{\theta 1 f}, F_{\theta 2 f})$ とされる。また、 U_{dn} は、外力トルク D_n を補正する指令信号であり、 X_m はコンプライアンス制御における内部モデルにより算出される状態変数、 Y_m は内部モデルによる出力である。また、 E は定数とされる。

【0076】

【数 2】

$$X_n = A X_n + B(U_m + U_{dn}) + D_n \quad \text{--- (3)}$$

$$Y_n = C X_n \quad \text{--- (4)}$$

$$X_m = A_m X_m + B_m U_m \quad \text{--- (5)}$$

$$Y_m = C_m X_m \quad \text{--- (6)}$$

$$U_{dn} = E(X_m - X_n) \quad \text{--- (7)}$$

【0077】

また、本例のロボット装置の好適なアクチュエータの一例を図 10 に示す。アクチュエータは、モータ 101 と、アクチュエータ制御器 102 と、ロータセンサマグネット 103 と、ロータ位置センサ 04 と、減速器 105 と、位置センサマグネット 106 と、位置センサ 107 を備えている。モータ 101 の駆動状態は、ロータ位置センサ 104 や位置センサ 107 により検出され、アクチュエータ制御器 102 にフィードバックされてモータ 101 が制御される。モータ 101 の駆動は、アクチュエータ 100 に接続されたルータや中央制御器により制御されても良いが、アクチュエータ制御器 102 により制御することにより、不測の外力がモータに加わった場合でも、該外力がロボット装置の本体に加わらないように迅速にモータ 101 を制御することができる。

【0078】

以上説明したように、不測の外力がロボット装置を構成する腕部や脚部などに

加わった場合でも、ロボット装置の動作を統括的に制御する主制御部によって、腕部や脚部を構成する各関節部を駆動制御することなく、主制御部の下位に接続されたルータの如き副制御部により各関節部を駆動させるアクチュエータを制御することにより、外力に起因してロボット装置の姿勢制御が不安定になることを回避することができる。

【 0 0 7 9 】

【発明の効果】

本発明のロボット装置によれば、ロボット装置の主たる動作を制御する制御系統と、不測の外力の如き外部環境の変化に応じて迅速な動作制御を行う制御系統とを構成しておくことにより、主たる動作制御を行う主制御部に大きな負荷をかけることなく、迅速に外部環境の変化に応じて迅速な動作制御を行うことができる。また、本発明のロボット装置における装置構成を人間型ロボットなどに応用することにより、より人間の動きに近い滑らかな動作をロボット装置に行わせることもできる。

【 0 0 8 0 】

さらに、本発明のロボット装置における装置構成によれば、主制御部である中央制御装置に配設される処理回路の規模の増大を招くことなく、外部環境に応じた制御指令を高速で算出し、各駆動部に送信することもでき、より人間に近い動作を可能とすることができるロボット装置の構成部を小型化することもできる。

【 0 0 8 1 】

また、本発明のロボット装置の制御方法によれば、制御系統を複雑な構成とすることなく、外部環境の変化に応じてロボット装置の動作制御を迅速におこなうことができる。さらに、より滑らかな動作をロボット装置に行わせるために、関節部の数が増大した場合でも、各関節部に対して送信される制御指令の到達時間に殆ど差が生じることがなく、複数の関節部を連動させてロボット装置の姿勢制御を迅速に行うこともできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係るロボット装置における制御構造を模式的に示した図である。

【図 2】

制御系統における制御フローを示したフローチャートであって、（a）は第 1 の制御系統における制御フローを示したフローチャートであり、（b）は第 2 の制御系統における制御フローを示したフローチャートである。

【図 3】

本発明に係るロボット装置における各装置の配置状態を模式的に示した図である。

【図 4】

本発明に係るロボット装置における各装置の接続状態を模式的に示した図である。

【図 5】

伝送ケーブルの具体的な構成例について示す模式図である。

【図 6】

本発明に係るロボット装置におけるルータ及び各アクチュエータの具体的な構成例について示す概略ブロック図である。

【図 7】

同アクチュエータにおけるサーボ構成を模式的に示した図である。

【図 8】

従来のロボット装置における制御方法を説明するための図であって、（a）は各関節部の駆動状態を示す図であり、（b）は各関節部の変位量とモータ電流の特性を示す図である。

【図 9】

本発明に係るロボット装置における制御方法を説明するための図であって、（a）は各関節部の駆動状態を示す図であり、（b）は各関節部の変位量とモータ電流の特性を示す図である。

【図 10】

同ロボット装置に好適なアクチュエータの一例を示した概略構成図である

【図 11】

従来のロボット装置における各装置の配置状態を模式的に示した図である。

【図 1 2】

同ロボット装置における制御構造を模式的に示した図である。

【図 1 3】

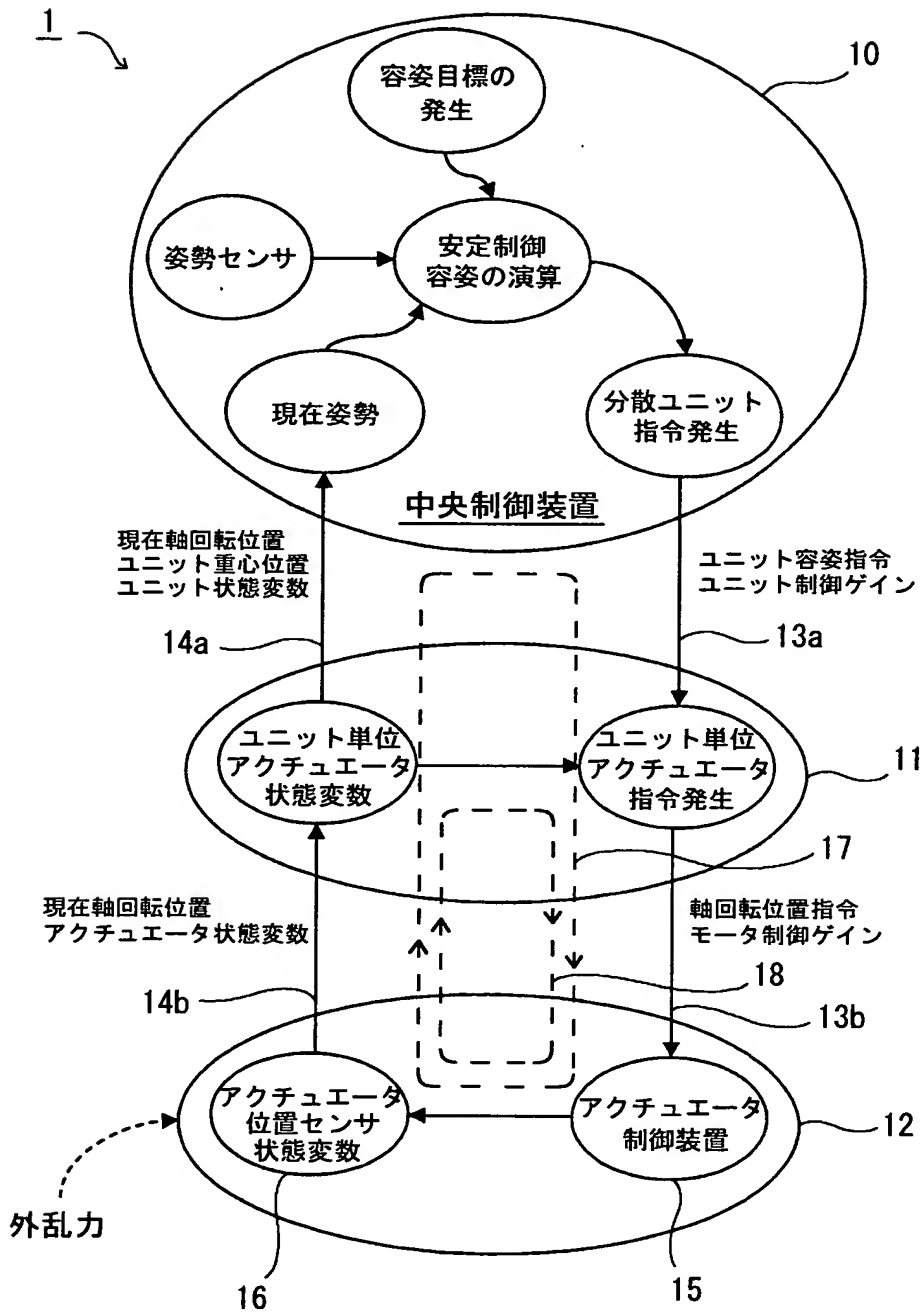
同ロボット装置における制御フローを示したフローチャートである。

【符号の説明】

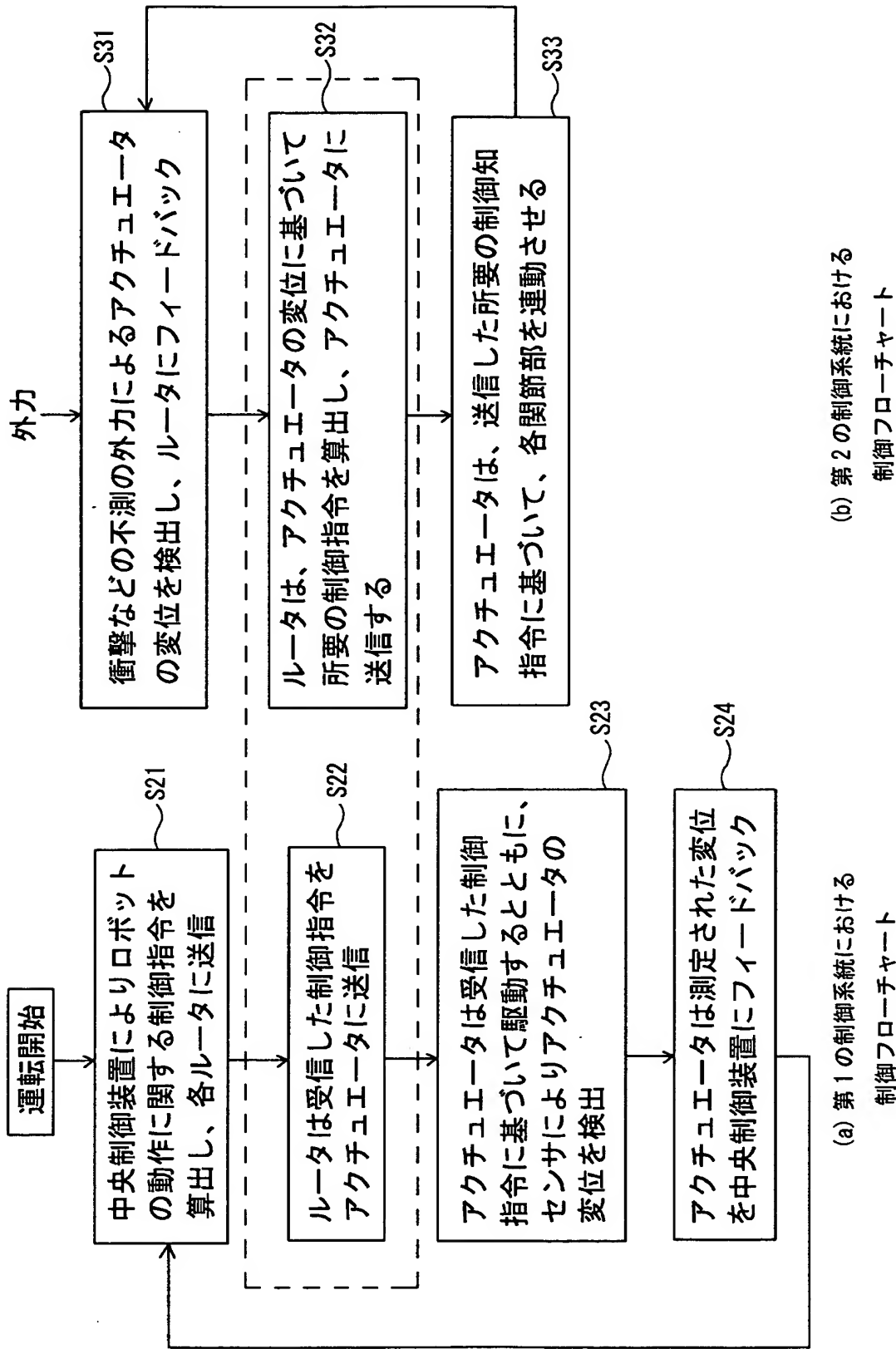
1 0 中央制御装置、1 1, 7 1 ルータ、1 2 アクチュエータ、1 3 a, 1 3 b 制御指令、3 0, 1 1 0 ロボット装置、3 1, 7 0 中央制御装置、3 3, 3 4 腕部、3 5, 3 6 脚部、4 3 汎用バス、4 4 伝送ケーブル、5 4 モータドライバ、5 5 モータ、5 6 センサ、5 7 A/Dコンバータ、1 0 2 アクチュエータ制御器、1 0 3 ロータセンサマグネット、1 0 4 ロータ位置センサ、1 0 5 減速器、1 0 6 位置センサマグネット、1 0 7 位置センサ

【書類名】 図面

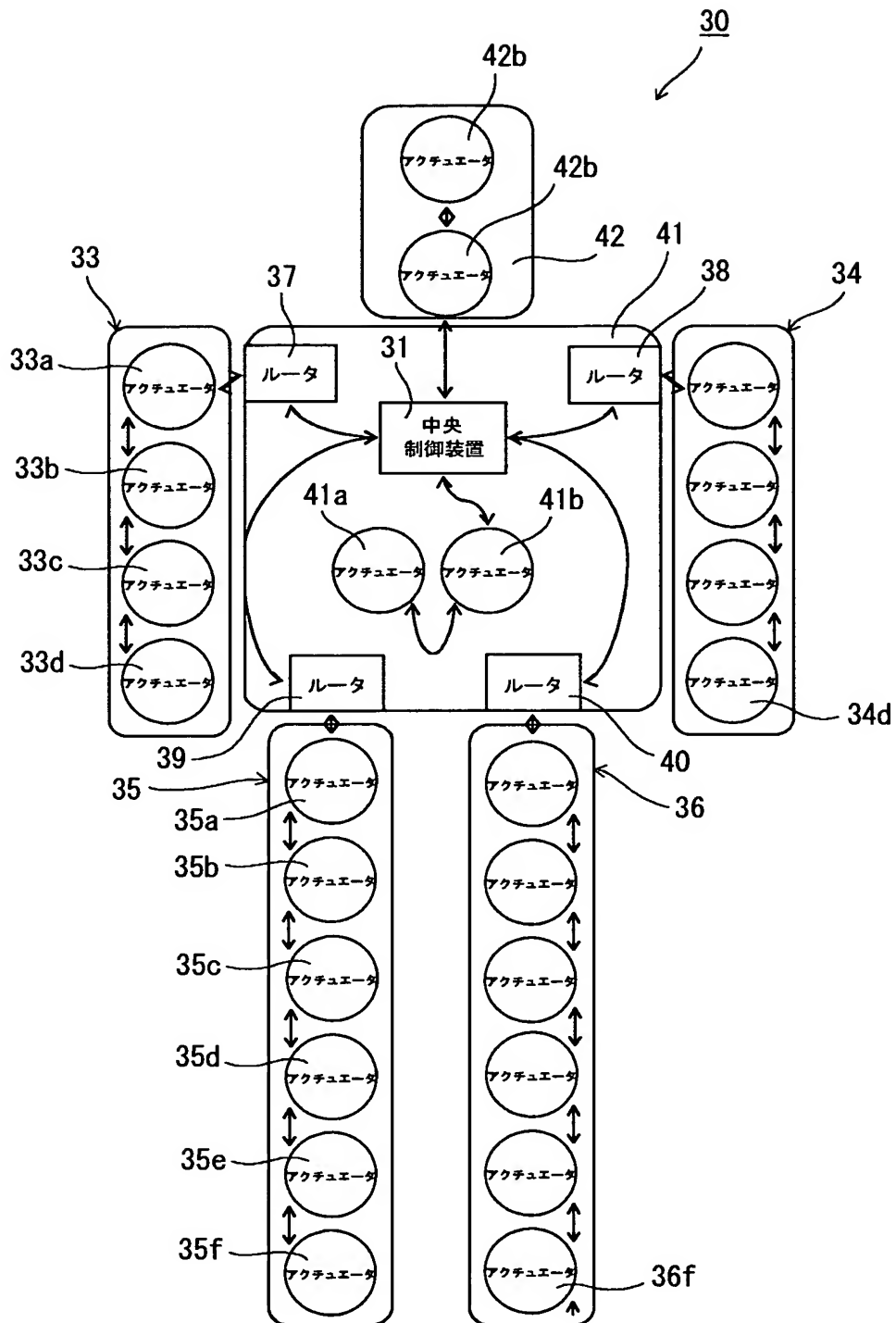
【図 1】



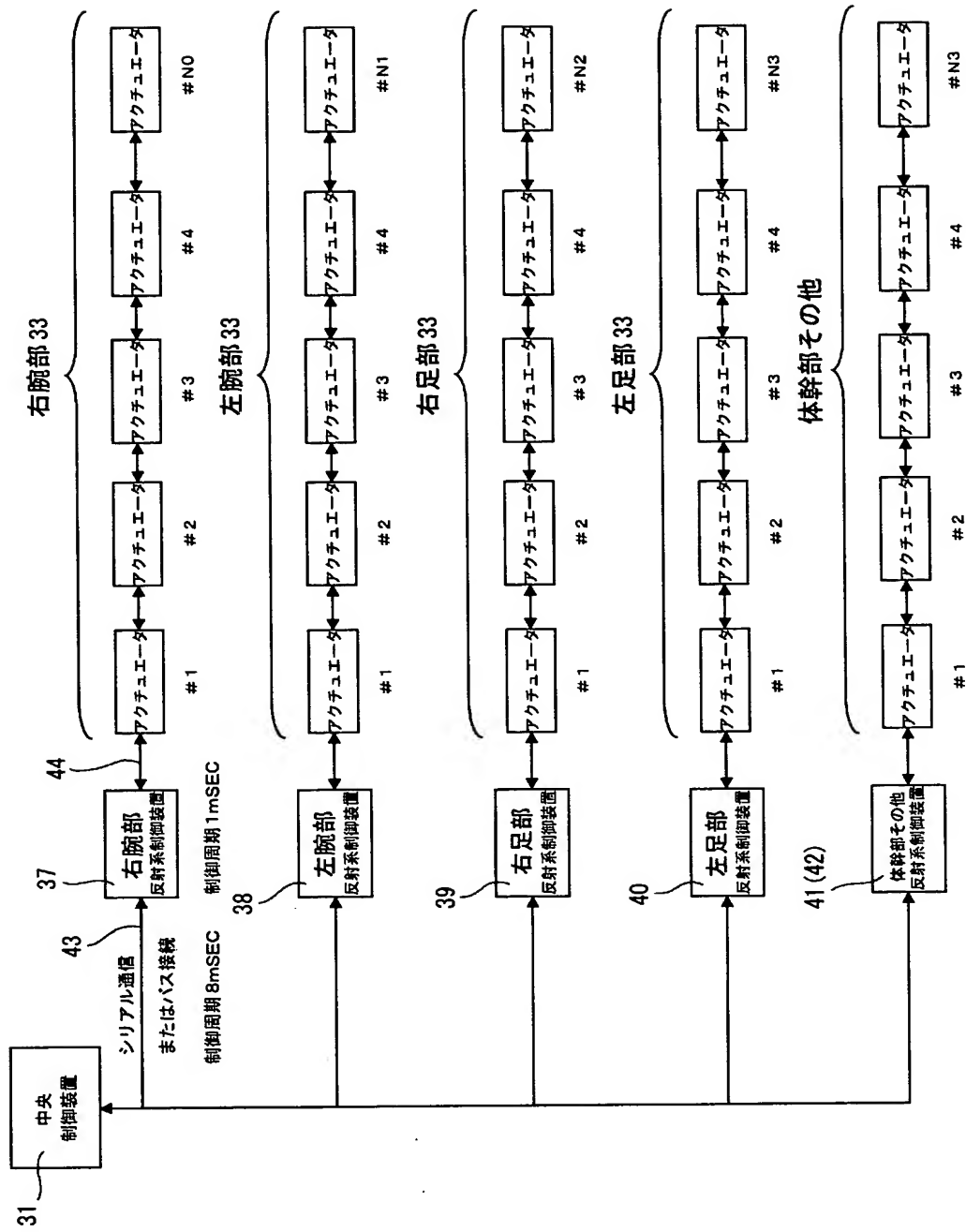
【図2】



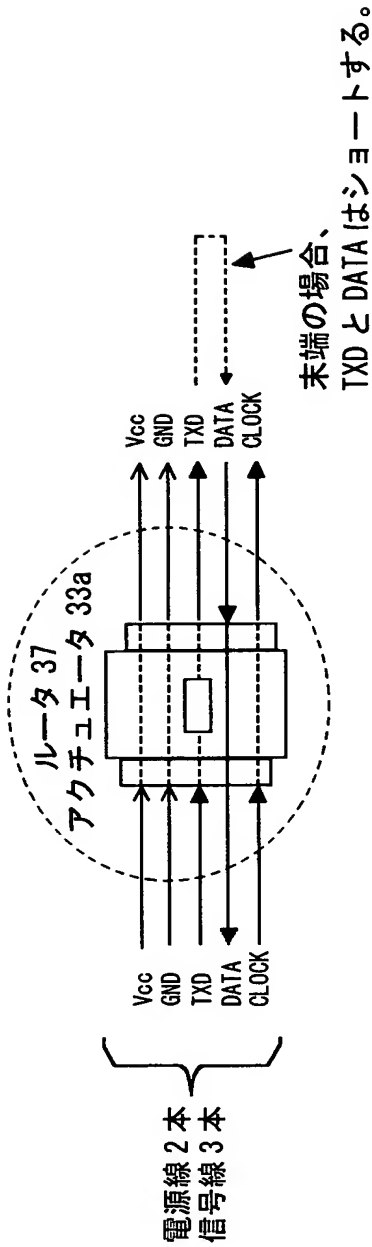
【図 3】



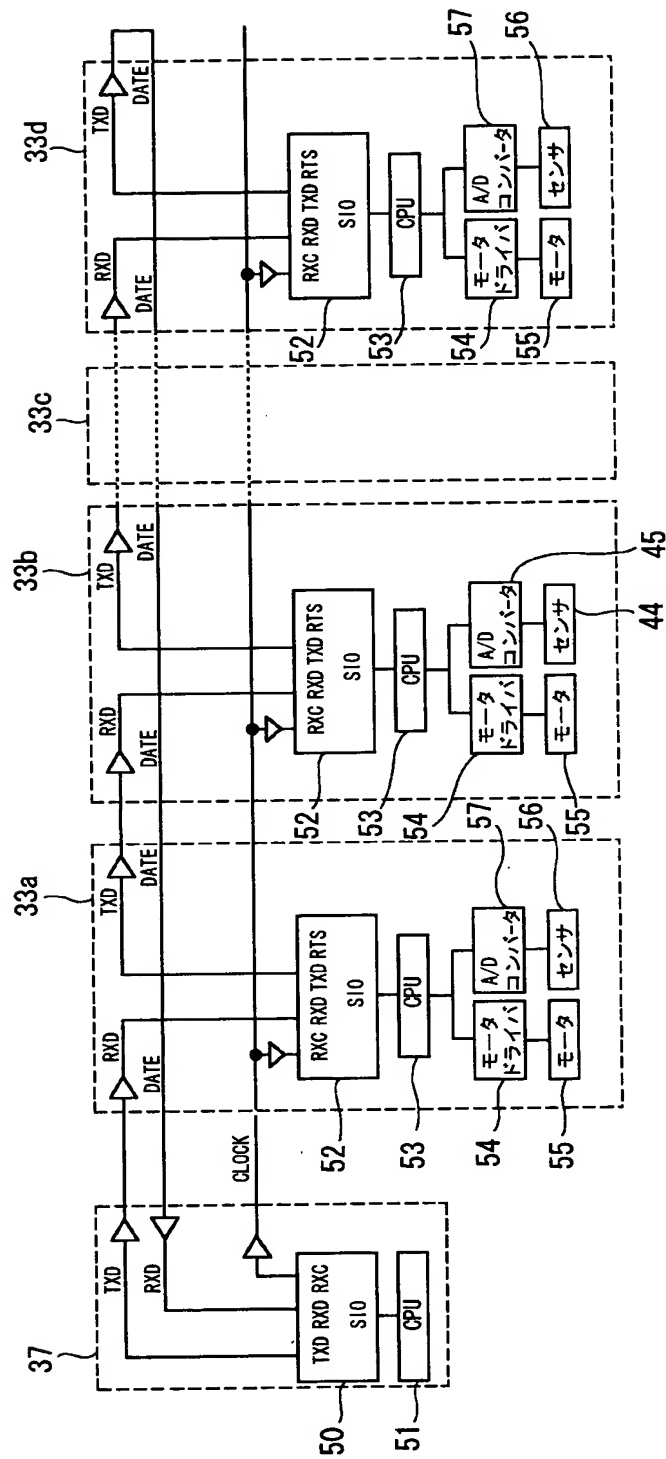
【図 4】



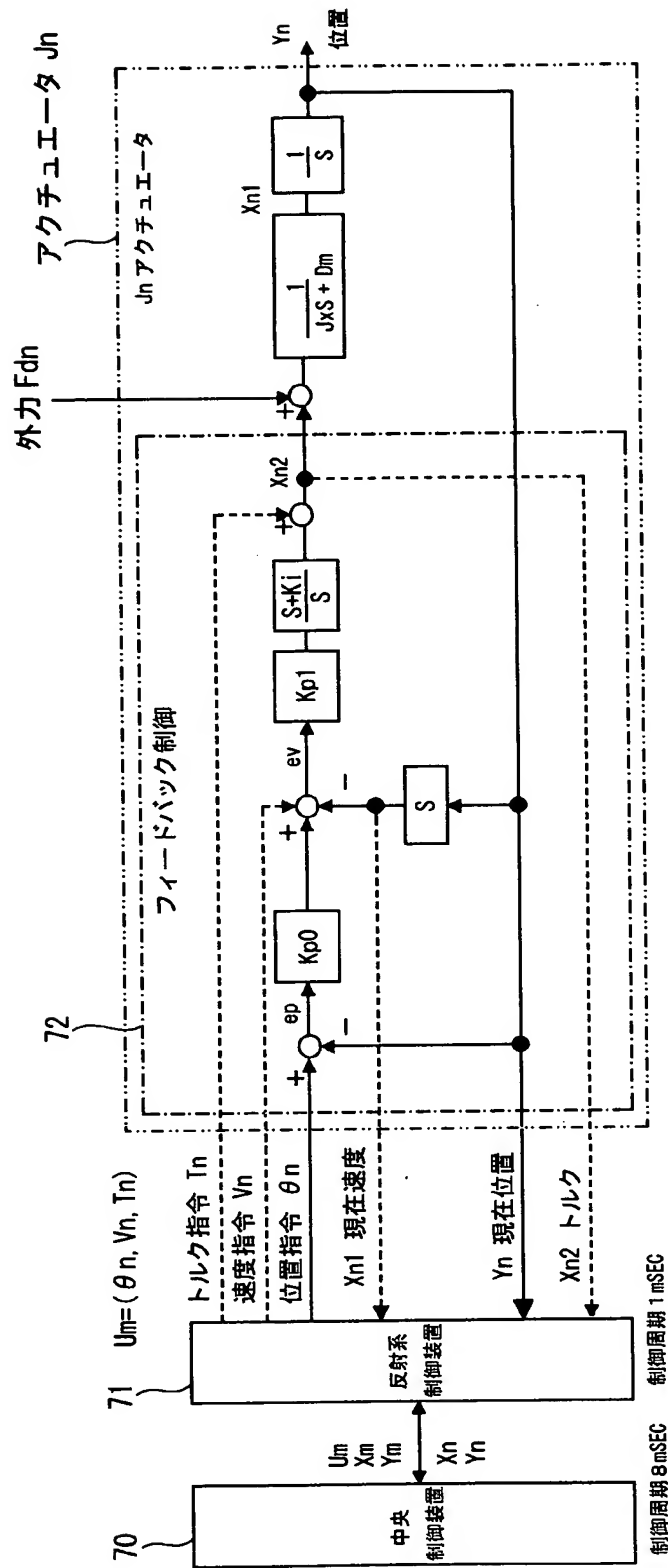
【図 5】



【図6】

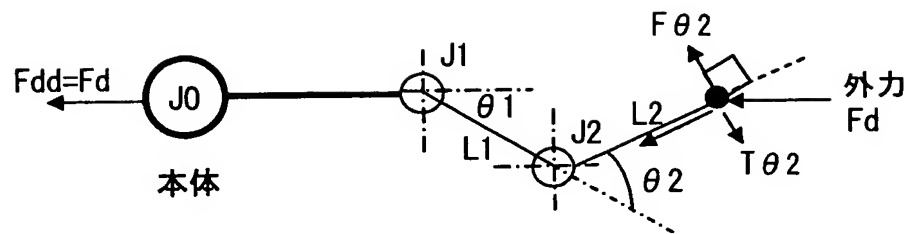


【図 7】

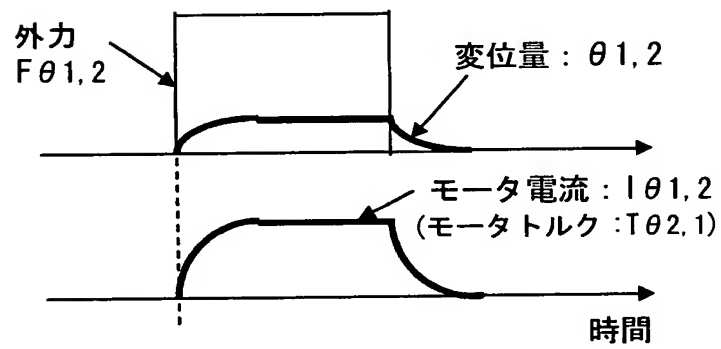


【図 8】

(a)

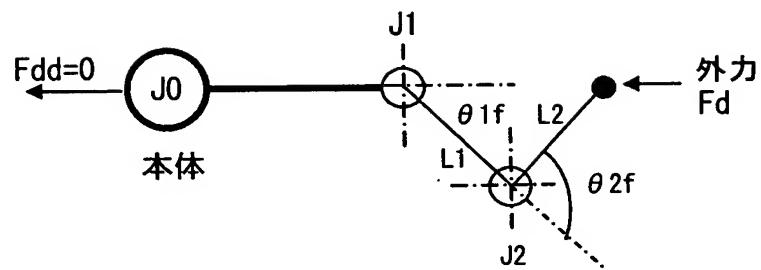


(b)

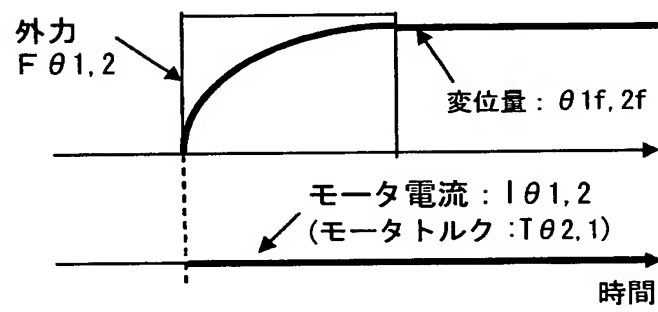


【図 9】

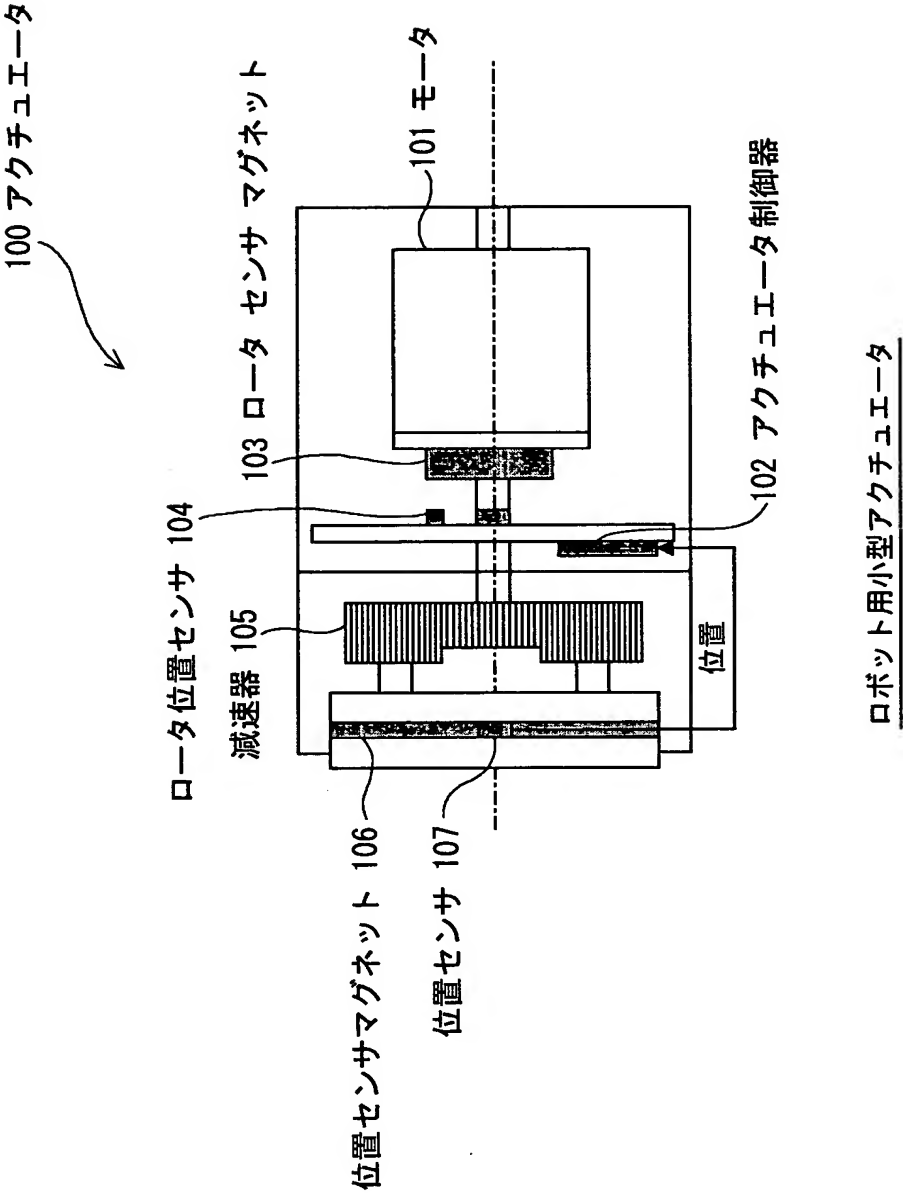
(a)



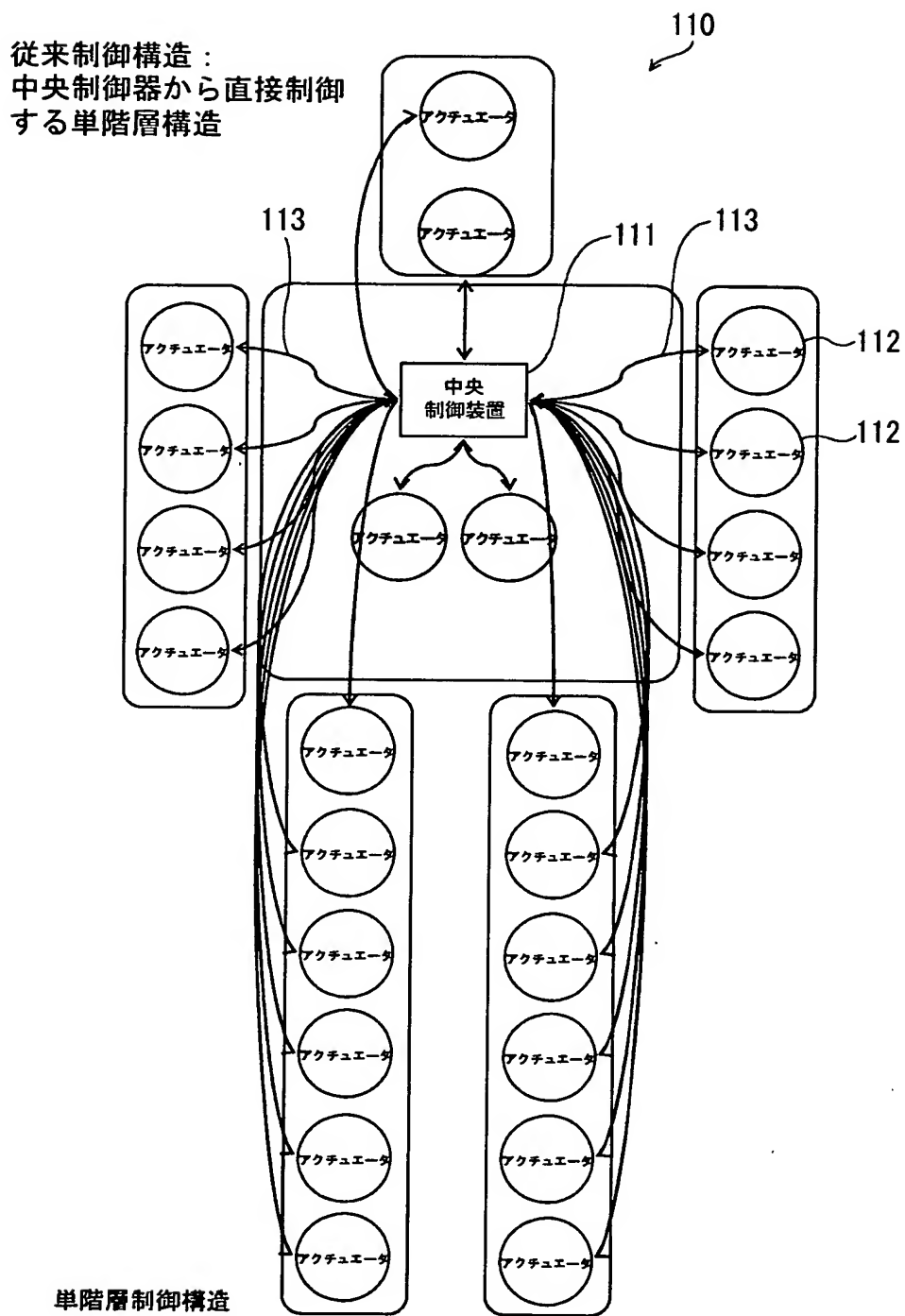
(b)



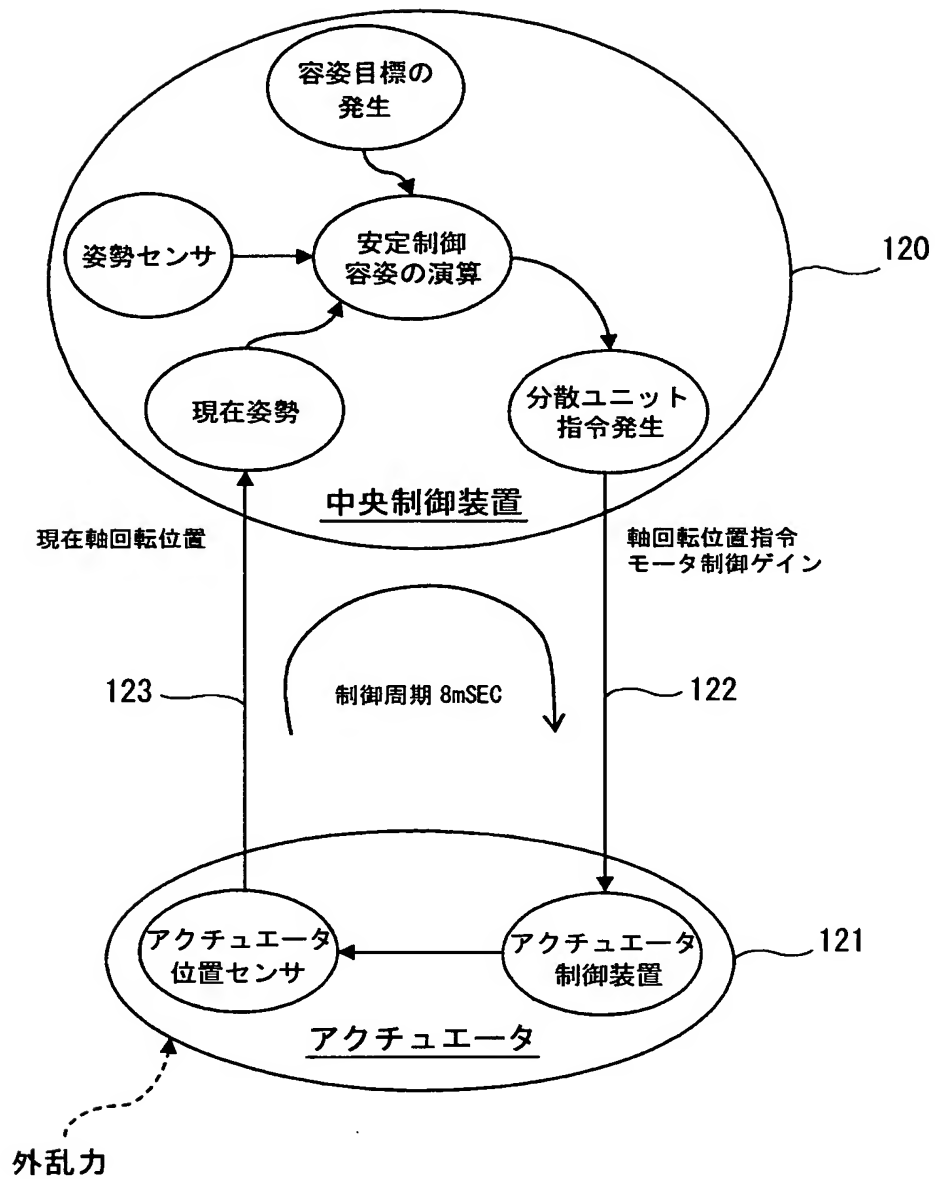
【図 1 0】



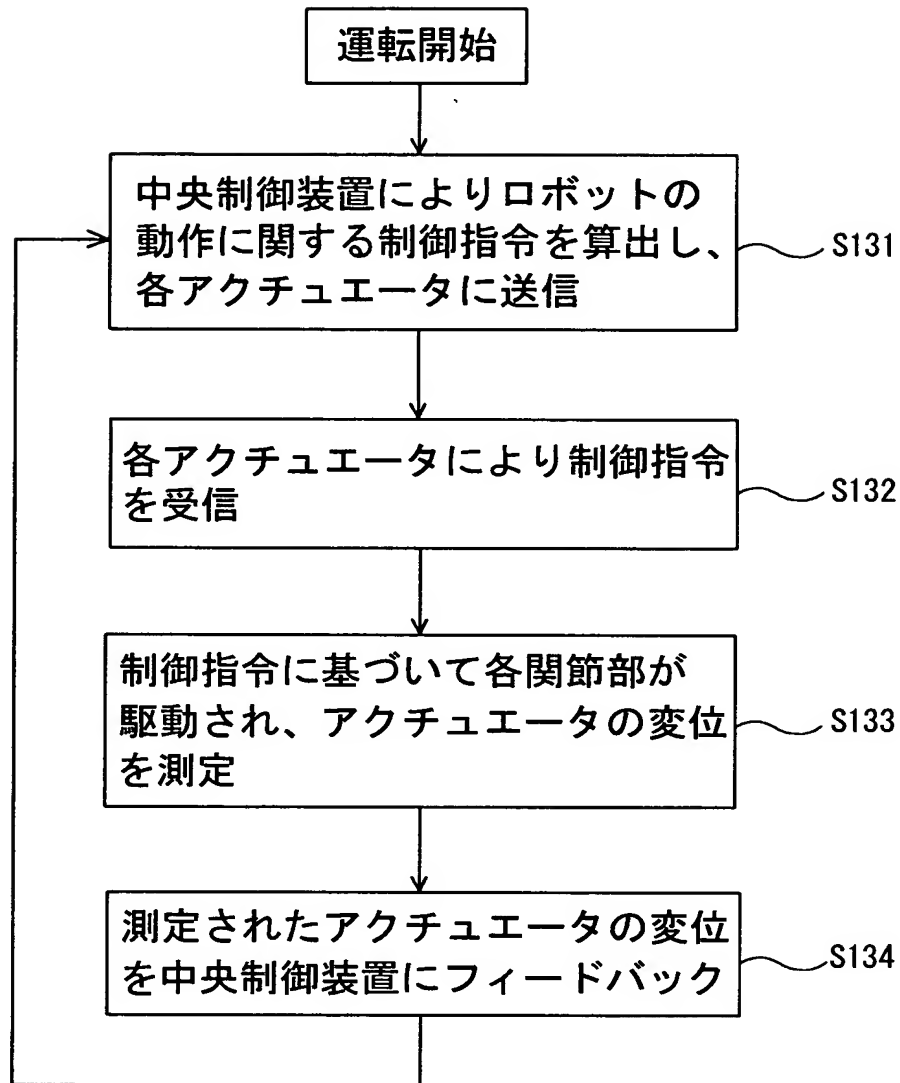
【図 11】



【図 12】



【図 1 3】



従来の制御フロー

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 外部環境の変化に応じた制御指令を迅速に算出し、制御指令を各関節部に高速に伝達し、迅速にロボット装置の姿勢制御を行う。

【解決手段】 本発明は、自己の動作を統括的に制御する主制御部と、前記主制御部に対して階層的に接続された副制御部と、前記副制御部の支配下にある各関節部を駆動する複数の駆動部と

を備え、前記主制御部は、自己の動作に関する主たる制御指令を送信することにより前記駆動部を制御する第 1 の制御系統を構成し、前記副制御部は、前記主制御部に対して下位に接続されるとともに、前記副制御部の支配下にある一群の関節部の状態に基づいた所要の制御指令を前記駆動部に送信することにより、前記一群の関節部を駆動する駆動部を制御する第 2 の制御系統を構成する。2 つの制御系統により、ロボット装置の姿勢制御を迅速に行うことができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名	ソニー株式会社